

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 9[1997]-34535

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Int. Cl. <sup>6</sup> :      | G 05 B 23/02<br>//G 06 F 17/60 |
| Sequence No. for Office Use: | 0360-3H                        |
| Filing No.:                  | Hei 7[1995]-177827             |
| Filing Date:                 | July 13, 1995                  |
| Publication Date:            | February 7, 1997               |
| No. of Claims:               | 8 (Total of 14 pages; OL)      |
| Examination Request:         | Not filed                      |

MAINTENANCE NOTIFICATION SYSTEM

|            |   |
|------------|---|
| Inventor:  | Owaru Kuramoto<br>Mitsubishi Electric Corp.<br>2-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku,<br>Tokyo |
| Applicant: | 000006013<br>Mitsubishi Electric Corp.<br>2-2-3 Marunouchi, Chiyoda-ku,<br>Tokyo      |
| Agent:     | Masuo Oiwa, patent attorney   |

[There are no amendments to this patent.]

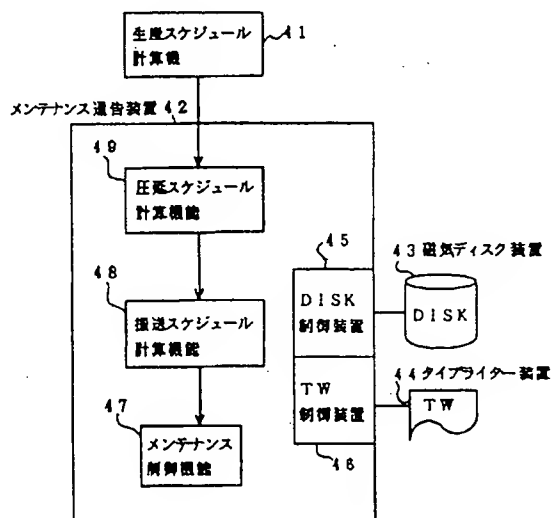
Abstract

Problem

The purpose of this invention is to more accurately predict which roll, machine, etc. on the rolling line will become the target of maintenance, and when the maintenance is to be performed.

### Means to solve

In this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values for the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of the various machines, affiliated equipment, and consumables is reported beforehand.



- Key:
- 41 Manufacturing schedule computer
  - 42 Maintenance notification device
  - 43 Magnetic tape device
  - 44 Typewriter device
  - 45 DISK controller
  - 46 TW [typewriter] controller
  - 47 Maintenance control function
  - 48 Transport schedule computing function
  - 49 Rolling schedule computing function

### Claims

1. A maintenance notification system characterized by the following facts: in this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production

line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values of the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of the various machines, affiliated equipment, and consumables is reported beforehand.

2. The maintenance notification system described in Claim 1 characterized by the fact that the cumulative operation value of each machine is the length obtained by adding up the passage lengths of the rolling material that has passed through the machine portion of the transport schedule.

3. A maintenance notification system characterized by the following facts: in this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values of the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of each of the various machines, affiliated equipment, and consumables is obtained; the gap duration near the time is calculated; on the other hand, the maintenance time for the machine, affiliated equipment or consumable item as the target of maintenance is retrieved from a table; the maintenance time and the aforementioned gap duration are compared with each other, and judgment is made whether the maintenance should be performed in the gap duration while the line operates.

4. The maintenance notification system described in Claim 3 characterized by the fact that the machines, affiliated equipment, or consumables as targets of maintenance refer to at least two machines, items of affiliated equipment, or consumables having maintenance times near each other.

5. A maintenance notification system characterized by the following facts: in this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values of the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of each of the various machines, affiliated equipment, and consumables is obtained; the predicted downtime of the production line near that time is compared with the maintenance time, and judgment is made whether maintenance of the machines, affiliated equipment, or consumables as the target of maintenance will be performed during said downtime.

6. The maintenance notification system described in Claim 1 characterized by the fact that when the affiliated equipment of the continuous production line of the iron and steel plant is a magnetic disk device, the cumulative operation value is the sum of the number of access cycles of the disk head during the period from the last replacement to the start of the prediction, and the number of the predicted access cycles after the prediction start time based on the transport schedule.

7. The maintenance notification system described in Claim 1 characterized by the fact that when the consumable item of the continuous production line of the iron and steel plant comprises the paper sheets of a typewriter, the cumulative operation value is the sum of the number of paper sheets used in the period from the last replacement to the start of the prediction and the number of paper sheets predicted to be needed after the prediction start time based on the transport schedule.

8. The maintenance notification system described in Claim 1 characterized by the fact that when the consumable item of the continuous production line of the iron and steel plant is the typewriter ribbon, the cumulative operation value is the sum of the number of printed characters during the period from the last replacement to the start of the prediction, and the number of characters predicted to be printed from the prediction start time based on the transport schedule.

#### Detailed explanation of the invention

[0001]

##### Technical field of the invention

This invention pertains to a maintenance notification system for optimizing the timing for maintenance of the continuous production line in an iron and steel plant.

[0002]

##### Prior art

As shown in Figure 13, in a conventional continuous production line, such as an iron and steel hot rolling line, material to be rolled (1a) or (1b), as the workpiece, is extracted from heating oven (2), and is rolled by primary rolls (3) and finish rolls (4). The rolled material is then wound up by coiler (5) to form the product. In this process, roll wear occurs for primary rolls (3) and finish rolls (4) over time, and this affects the quality of the product. Consequently, a certain standard is defined, and, when the amount rolled exceeds the standard, the rolls are changed. This operational standard is in units of tons of production output, and it is determined on the basis of the number of the material bars rolled.

[0003]

As shown in the flow chart in Figure 14, the standard rolling amount in tons before changing the rolls is obtained from a table. On the other hand, the cumulative amount of rolled material, in tons, is calculated. The two values are compared with each other. If the cumulative rolled amount in tons exceeds the standard rolling amount in tons, notification is made to change the rolls, so that the operator can prepare to perform the change. At an appropriate time, the operator shuts down the line and performs the change operation.

[0004]

Problems to be solved by the invention

In the aforementioned prior art, the time for changing the rolls is judged from the standard value and the cumulative rolled amount in tons, and the change operation is performed based on operator judgment using the roughly estimated change time. Consequently, when judgment errors occur, damage to machines and degradation of product quality result. This is undesirable.

[0005]

The purpose of this invention is to solve the aforementioned problems of the conventional methods by providing a maintenance notification system characterized by the following facts: on the basis of the manufacturing schedule, the rolling schedule is determined, and the transport schedule is derived; then, the cumulative rolling length for each roll is calculated and compared with the standard rolling length [before] change; and a correct prediction is made as to which roll or machine on the rolling line should be made the target of change.

[0006]

Means to solve the problems

This invention provides a maintenance notification system characterized by the following facts: in this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values of the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of the various machines, affiliated equipment, and consumables is reported beforehand.

[0007]

In the aforementioned constitution, the cumulative operation value for each machine is the length obtained by adding up the passage lengths of the rolling material that has passed through the machine portion of the transport schedule.

[0008]

Also, this invention provides a maintenance notification system characterized by the following facts: in this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values of the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of each of the various machines, affiliated equipment, and consumables is obtained; the gap duration near that time is calculated; on the other hand, the maintenance time for the machine, affiliated equipment or consumable item as the target of maintenance is retrieved from a table; the maintenance time and the aforementioned gap duration are compared with each other, and judgment is made whether maintenance should be performed in the gap duration while the line operates.

[0009]

In the aforementioned constitution, the machines, affiliated equipment, or consumables as targets of maintenance refer to at least two machines, affiliated equipment items, or consumables having maintenance times near each other.

[0010]

Also, this invention provides a maintenance notification system characterized by the following facts: in this maintenance notification system, the transport schedule of the continuous production line in an iron and steel plant is derived from the manufacturing schedule of the continuous production line; based on the aforementioned transport schedule, the cumulative operation values of the various machines, various affiliated equipment, and various consumables are calculated and predicted; by comparing the predicted value with a standard value, the time for maintenance (including replacement) of each of the various machines, affiliated equipment, and consumables is obtained; the predicted downtime of the production line near that time is compared with the maintenance time, and judgment is made whether maintenance of the machines, affiliated equipment, or consumables as the targets of maintenance will be performed during said downtime.

[0011]

When the affiliated equipment of the continuous production line of the iron and steel plant is a magnetic disk device, the cumulative operation value is the sum of the number of access cycles of the disk head in the period from the last replacement to the start of the prediction, and the number of predicted access cycles after the prediction start time based on the transport schedule.

[0012]

When the consumable item of the continuous production line of the iron and steel plant comprises the paper sheets of a typewriter, the cumulative operation value is the sum of the number of paper sheets used in the period from the last replacement to the start of the prediction, and the number of the paper sheets predicted to be needed after the prediction start time based on the transport schedule.

[0013]

Also, when the consumable item of the continuous production line of the iron and steel plant is the typewriter ribbon, the cumulative operation value is the sum of the number of printed characters during the period from the last replacement to the start of the prediction, and the number of characters predicted to be printed from the prediction start time based on the transport schedule.

[0014]

Operation

In the maintenance notification system of this invention, a transport schedule is prepared from the production schedule, the cumulative amount of rolled material passing each roll, machine, etc. is calculated and compared with a prescribed standard cumulative value so as to correctly predict the maintenance time for the rolls, machines, etc. Also, in order to perform the maintenance with higher efficiency, judgment is made as to whether maintenance can be made on-line, and whether maintenance can be made at the same time for several machines that have maintenance times near each other.

[0015]

Embodiments of the invention

### Application Example 1

In the following, Application Example 1 of this invention will be explained with reference to figures. In Figure 1, (41) represents a computer that formulates the manufacturing schedule; (42) represents a maintenance notification device, which has rolling schedule calculating function (49), transport schedule calculating function (48), and maintenance control function (47). (43) represents a magnetic disk device that stores the data used by maintenance notification device (42). (44) represents a typewriter device that records the data output by maintenance notification device (42). (45) represents a disk controller that controls said magnetic disk device (43). (46) represents a typewriter controller that controls said typewriter device (44).

[0016]

In the following, its operation will be explained with reference to the flow chart shown in Figure 2. Based on the manufacturing schedule derived by manufacturing schedule computer (41), the rolling schedule is derived by rolling schedule calculating function (49) of maintenance notification device (42). From the data concerning size and speed obtained in this way, the transport schedule shown in Figure 3 is formed in N pieces. Figure 3 is a diagram illustrating the transport schedule from heating oven F'CE to winding by down coiler DC. Following the times of this transport schedule, the movement times of the tip and tail are predicted. As can be seen from Figure 3, when the movement time until rolling of N more pieces of the rolled material is predicted, rolling length  $S_{LR}$  of the R stand roll is  $S_{LR} = l_{101} + l_{102} + \dots + l_{1m3}$ . This value is compared with a prescribed standard value  $S_{LR0}$ . If the value is larger than the standard value, the roll is taken as the target for change, and the time when this length has passed is reported as the change time. At the same time, the No. of the target rolled material is reported.

[0017]

For example,  $l_{101}$  in Figure 3 becomes the rolling length performed by primary roller R roll for the first material rolled. This is added for each piece of rolled material, and it is compared with standard rolled length  $S_{LR0}$ . If the length is not greater than the standard rolling length, the rolling length of the next rolled material is calculated. This is then performed continuously. When the cumulative value is greater than the standard rolling length  $S_{LR0}$ , the time when the rolled material has passed is reported as the change time. Also, the No. of the rolled material is reported. These control operations are performed using maintenance control function (47). When it is determined that the roller, roll, or the like is to be changed, the production line is shut down to perform the change operation.



[0018]

#### Application Example 2

In Application Example 1, changing the roller, roll, etc. is performed after the production line is shut down. In Application Example 2, however, the change is performed without shutting down the production line. Now, as shown in Figure 4, in the rolling schedule for  $N + 1$  rolled materials, when the  $N$ th machine is to be changed, before change time  $P$ , the gap duration  $\tau_{GAP}$  at the position of the machine to be changed (such as R stand roll) is calculated. Also, at the same time, for a machine for which change time  $\tau_C$  is prescribed, said  $\tau_C$  is retrieved from the maintenance table shown in Figure 6, and it is compared with  $\tau_{GAP}$ . If  $\tau_C < \tau_{GAP}$ , it is judged that it is possible to perform a so-called on-line change, that is, a change during the gap duration, and the on-line change operation is performed. The flow chart in this case is shown in Figure 5.

[0019]

#### Application Example 3

In cases where plural machines are to be changed, a state different from that shown in Application Example 1, judgment is made whether they can be changed at the same time. If they can be changed at the same time, the change operation can be performed with higher efficiency. First of all, as shown in Figure 7(A), the change times of the various machines,  $t_{CM1}$ ,  $t_{CM2}$ , ...  $t_{CMN}$  are calculated and they are set side by side in order of proximity to the present time, as shown in Figure 7(B). These times are labeled as  $t_{C1}$ ,  $t_{C2}$ , ...  $t_{CN}$ . Then, as the differences between adjacent times,  $\Delta t_{C1} = t_{C2} - t_{C1}$ ,  $\Delta t_{C2} = t_{C3} - t_{C2}$ , ... If  $\Delta t_{C1}$  is small, it is possible to perform the change for these two machines at the same time. For example, as shown in Figure 7(B), if  $\Delta t_{C5}$  is small, it means  $t_{CM6} - t_{CM5}$  is small, so that machine  $M_4$  and machine  $M_6$  can be changed at the same time in the on-line mode. The values of  $\Delta t_{C4}$ ,  $\Delta t_{C3}$ ,  $\Delta t_{C2}$ , and  $\Delta t_{C1}$  are surveyed sequentially and judgment is made whether the machines can be changed at the same time. The flow chart is shown in Figure 8.

[0020]

#### Application Example 4

In Application Examples 1-3, the change time for the machine is predicted from the transport prediction. However, when the downtime of the production line is known beforehand, it is possible to control whether a machine change is to be performed within the downtime of the production line by simply adding the flow chart shown in Figure 9. The predicted outage time is taken as the period  $T_X$  to  $T_Y$ , and the extraction time for the last rolled material extracted before the predicted downtime is taken as  $T_Z$ . Then, the extraction pitch  $\Delta T_{Z+1}$  of the rolled material to

be extracted next after  $T_Z$  is calculated.  $T_Y - T_X$  is compared with  $\Delta T_{Z+1}$ . If  $T_Y - T_X > \Delta T_{Z+1}$ , the predicted downtime is used to perform the change operation. If not, the production line is shut down at the predicted change time to perform the change operation. In this application example, it is possible by shutting down the production line to reduce the number of maintenance operation cycles.

[0021]

#### Application Example 5

In Application Examples 1-4, the object of maintenance has been machines on the production line. However, it is also possible to take disk device (43), a device affiliated with the maintenance notification device shown in Figure 1, as the target of maintenance. Figure 10 is a flow chart illustrating the operation. First of all, based on the transport schedule, the cumulative number of access cycles is predicted from the predicted disk access cycle numbers of the various rolled materials at various positions. Then, the access cycle number  $N_{EH}$  of the head from the prediction start time is predicted. Then, the tolerance value  $N_{OH}$  of the access cycle number of the disk head is extracted from the table. After that, the actual access cycle number  $N_{MH}$  of actual disk accessions by the head from the time the head was changed to the start time of the maintenance control function ( $N_{MH} = 0$  may take place) is derived. In this case, when  $N_{EH} + N_{MH} > N_{OH}$ , the change time of the disk device is derived, and it is displayed and reported. On the other hand, when the aforementioned relationship is not established, disk device change is not performed.

[0022]

#### Application Example 6

Similarly, it is possible to predict the replacement time for the typewriter device (44) sheets of paper by adding the flow chart shown in Figure 11. First of all, on the basis of the transport schedule, the cumulative number of printed paper sheets is predicted from the number of paper sheets to be printed for the various rolled materials at various positions. Then, from the predicted number of printed paper sheets, the number of paper sheets needed  $N_{EP}$  is calculated and predicted. Then, the limit number of paper sheets  $N_{OP}$  is extracted from the table of limit values for paper sheets. Then, the actual number of paper sheets  $N_{MP}$  that have been used from the time the paper sheets were changed to the time of start of the maintenance control function is read by a counter. In this case, when  $N_{EP} + N_{MP} > N_{OP}$ , the time to replace the paper sheets is derived, displayed, and reported. On the other hand, when the aforementioned relationship is not established, replacement of paper sheets is not performed.

[0023]

#### Application Example 7

Similarly, it is possible to predict the change time for the ribbon of typewriter device (44) by adding the flow chart shown in Figure 12. First of all, on the basis of the transport schedule, the cumulative number of characters printed is predicted from the numbers of characters to be printed for the various rolled materials at various positions. Then, number  $N_E$  of the characters to be printed in the printing operation is calculated and predicted. Then, from the table of character number tolerance values for the ribbon, the limit number of characters  $N_O$  is extracted. Then, the actual number of characters  $N_M$  that have been printed from the time the ribbon was changed to the start time of the maintenance control function is read by a counter. In this case, when  $N_E + N_M > N_O$ , the change time for the ribbon is derived, displayed, and reported. On the other hand, when the aforementioned relationship is not established, the ribbon change is not performed.

[0024]

#### Effects of the invention

According to this invention, the cumulative operation value is derived from the transport schedule of the production line, and it is possible to more correctly predict which machine, etc. is to become the target of maintenance, and what the necessary time of maintenance will be.

[0025]

Also, by means of judgment whether the maintenance operation can be performed on-line, or, as needed, whether plural machines, etc. can be maintained at the same time, it is possible to perform maintenance more effectively.

[0026]

Also, in the maintenance of affiliated devices and consumables of the production line, the cumulative operation value is determined on the basis of the actual value and the predicted value, and, on the basis of such a cumulative operation value, the maintenance time is predicted, so that the maintenance time can be predicted more correctly.

#### Brief description of the figures

Figure 1 is a block diagram illustrating the maintenance notification system in Application Example 1 of this invention.

Figure 2 is a flow chart illustrating the operation of Application Example 1.

Figure 3 is a diagram of the transport schedule illustrating the operation in Application Example 1.

Figure 4 is a diagram of the transport schedule illustrating the operation in Application Example 2.

Figure 5 is a flow chart illustrating the operation in Application Example 2.

Figure 6 is a diagram illustrating an example of the maintenance table.

Figure 7 is a diagram of the predicted maintenance time illustrating the operation in Application Example 3.

Figure 8 is a flow chart illustrating the operation in Application Example 3.

Figure 9 is a flow chart illustrating the operation in Application Example 4.

Figure 10 is a flow chart illustrating the operation in Application Example 5.

Figure 11 is a flow chart illustrating the operation in Application Example 6.

Figure 12 is a flow chart illustrating the operation in Application Example 7.

Figure 13 is a schematic diagram illustrating the hot rolling line.

Figure 14 is a flow chart illustrating operation of the conventional maintenance notification system.

#### Explanation of symbols

- 1a, 1b Material to be rolled
- 2 Heating oven
- 3 Primary rolling roll
- 4 Finish rolling roll
- 5 Coiler
- 41 Manufacturing schedule computer
- 42 Maintenance notification device
- 43 Magnetic disk device
- 44 Typewriter device
- 45 Magnetic disk controller
- 46 Typewriter controller
- 47 Maintenance control function
- 48 Transport schedule calculating function
- 49 Rolling schedule calculating function

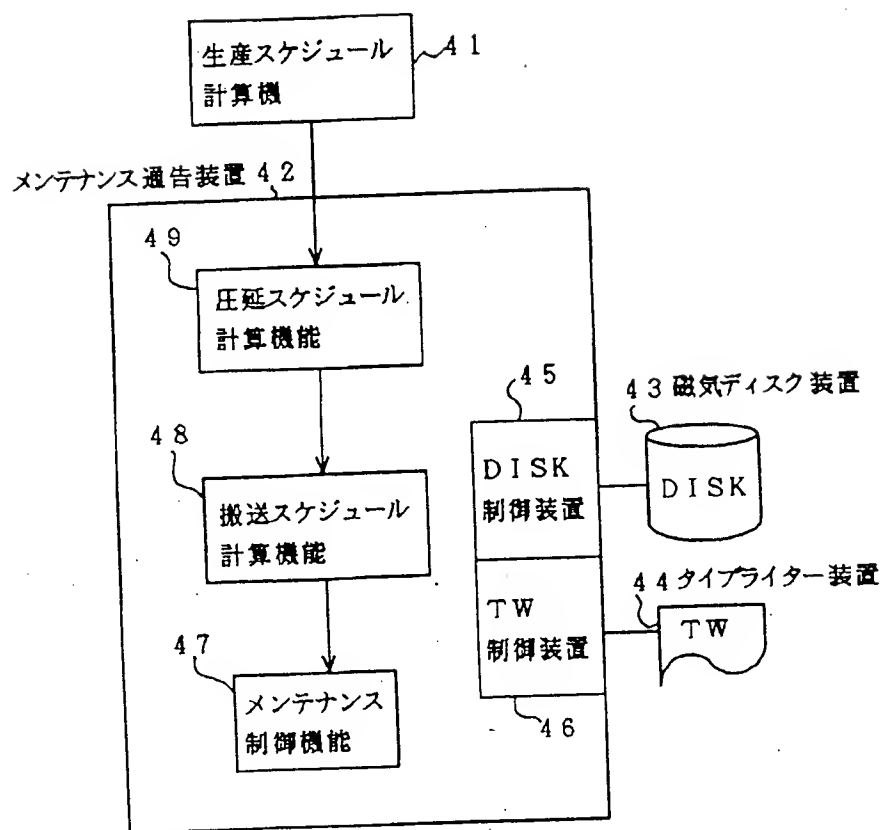


Figure 1

- Key:
- 41 Manufacturing schedule computer
  - 42 Maintenance notification device
  - 43 Magnetic tape device
  - 44 Typewriter device
  - 45 DISK controller
  - 46 TW [Typewriter] controller
  - 47 Maintenance control function
  - 48 Transport schedule computing function
  - 49 Rolling schedule computing function

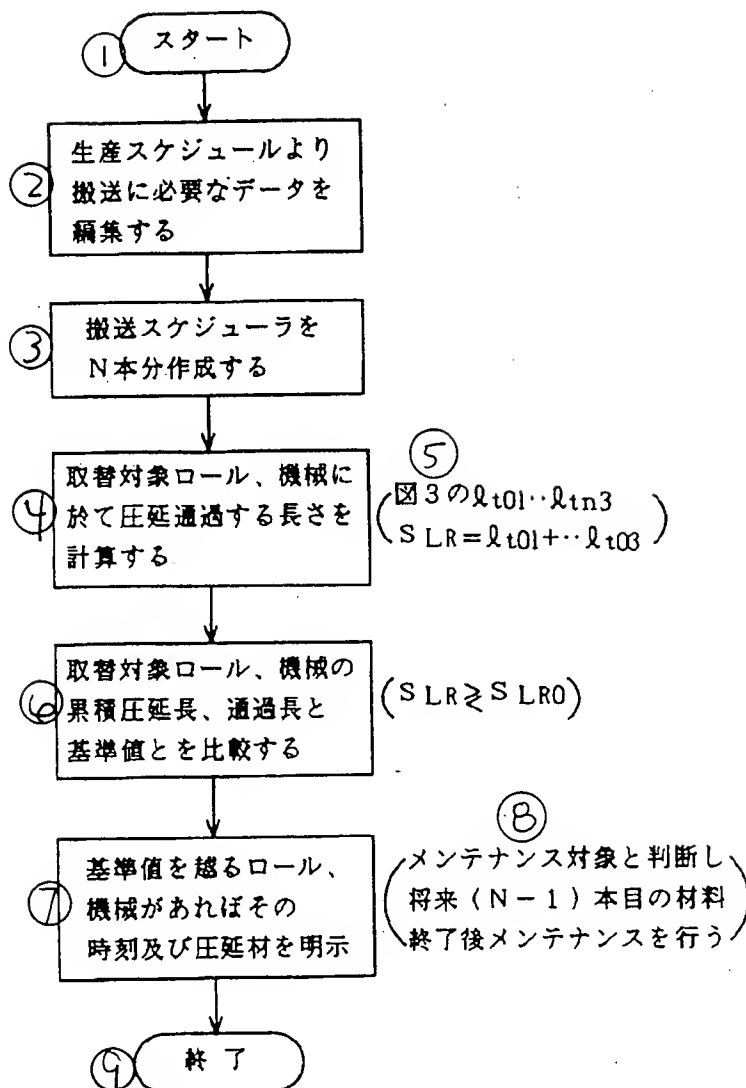


Figure 2

- Key:
- 1 Start
  - 2 Editing data needed for transport by means of the manufacturing schedule
  - 3 Preparation of the transport schedule in N pieces
  - 4 Calculation of rolling passage length for the rolls and machines as target of change
  - 5 In Figure 3
  - 6 Comparison of the cumulative rolling length and passage length of the rolls and machines targeted for change with the standard value
  - 7 If there is a roll or machine with a value over the standard value, the time and amount of rolled material are displayed
  - 8 (Judgment of the target of maintenance is made, and maintenance is performed after completion of processing of the future (N-1)th material
  - 9 End

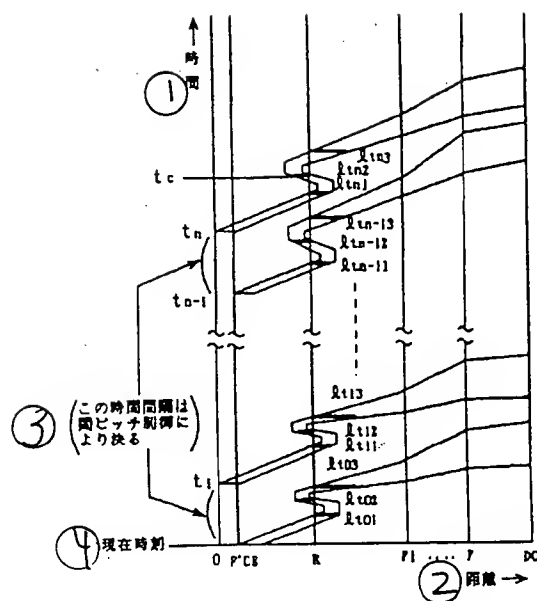


Figure 3

- Key: 1 Time  
2 Distance  
3 (This time interval is determined by the gap duration control)  
4 Present time

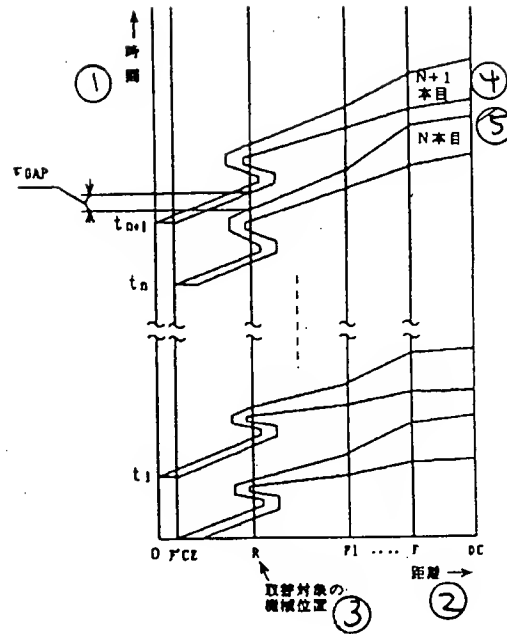


Figure 4

- Key:
- 1 Time
  - 2 Distance
  - 3 Mechanical position of the target of change
  - 4 (N+1)th piece
  - 5 Nth piece



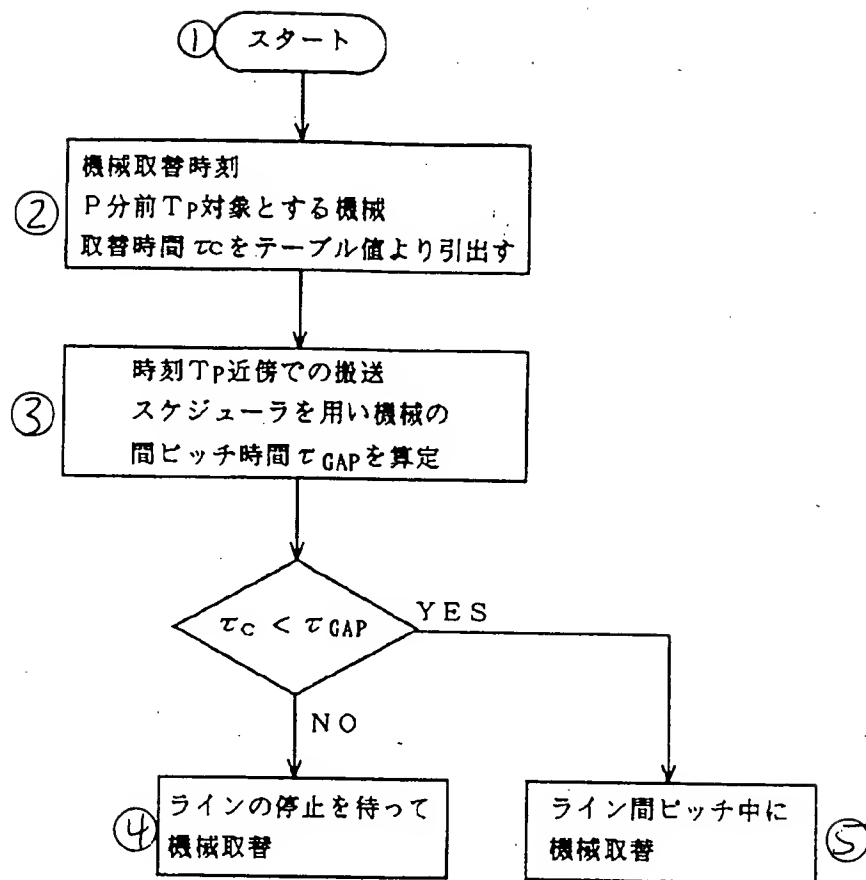


Figure 5

- Key:
- 1 Start
  - 2 Machine replacement time  
Replacement time  $\tau_c$  of the machine as  $T_p$  object of  $P$  pieces ago is extracted from the table
  - 3 Gap duration time  $\tau_{GAP}$  of the machine is calculated using the transport schedule near time  $T_p$
  - 4 Machine is changed when the line is shut off
  - 5 Machine is changed during the gap duration on the line

|     | ①              | ②                       | ③            |
|-----|----------------|-------------------------|--------------|
| No. | メンテナンス対象<br>機械 | メンテナンスまでの<br>使用量(基準圧延長) | 取替に要する<br>時間 |
| 1   | R 1            | S L R10                 | $\tau_{CR1}$ |
| 2   | R 2            | S L R20                 | $\tau_{CR2}$ |
|     |                |                         |              |
|     |                |                         |              |
|     |                |                         |              |
| n-1 | D C 1          | S L D C10               | $\tau_{CD1}$ |
| n   |                |                         |              |

Figure 6

Key: 1 Machine as target of maintenance  
 2 Amount used until maintenance (standard rolling length)  
 3 Time required for change

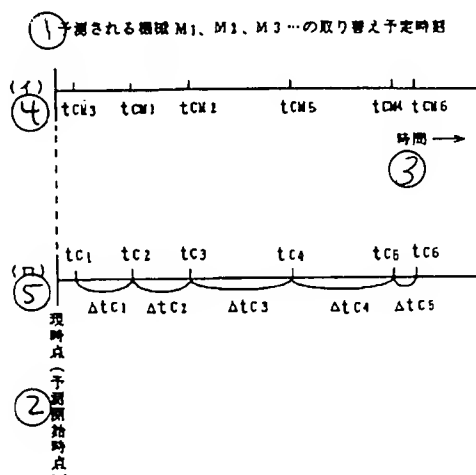


Figure 7

Key: 1 Predicted change times for predicted machines M1, M2, M3...  
 2 Present time (predicted start time)  
 3 Time  
 4 A  
 5 B



- $\Delta\tau_G$ : Constant
- 7 Machine change is judged by the operator
- 8 Change of the machine corresponding to  $t_{Cn-2}$  and that corresponding to  $t_{Cn-1}$  are taken as identical to each other
- 9 Change of the machine corresponding to  $t_{Cn}$  and that corresponding to  $t_{Cn-1}$  are taken as identical to each other
- 10 If  $n \neq 2$ , it is set as  $n = n-1$ ; if  $n = 2$ , End

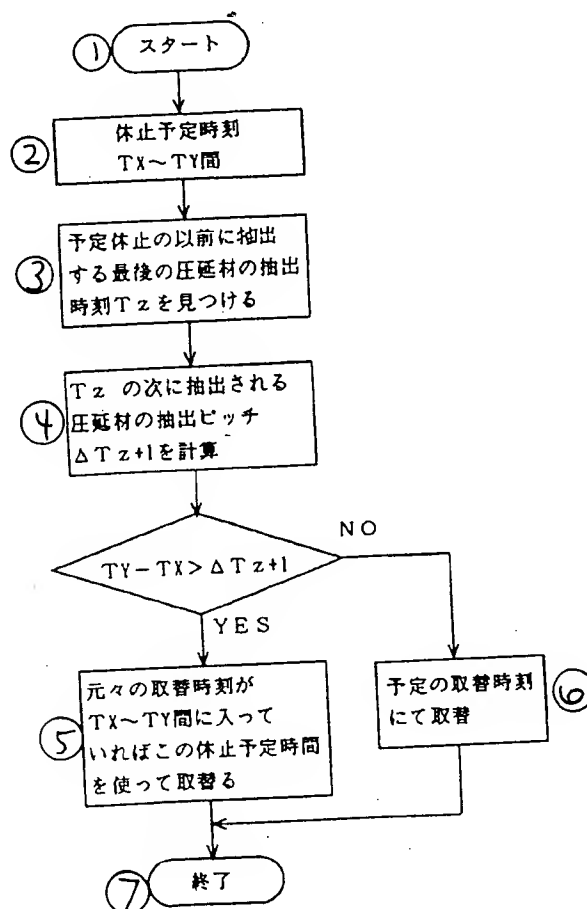


Figure 9

- Key: 1 Start
- 2 Predicted downtime: between  $T_X$  to  $T_Y$
- 3 Extraction time  $T_Z$  of the last rolled material extracted before the predicted pause is determined
- 4 Extraction pitch  $\Delta T_{Z+1}$  of the rolled material extracted after  $T_Z$  is calculated
- 5 When the original change time fits within the period  $T_X$  to  $T_Y$ , this predicted downtime is used for the change
- 6 Change at the predicted change time
- 7 End

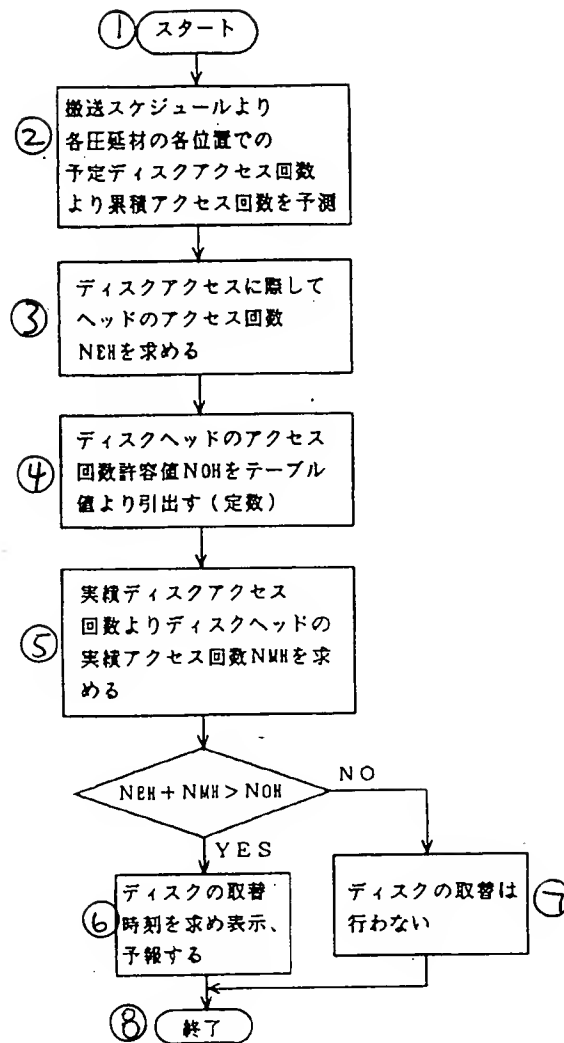


Figure 10

- Key:
- 1 Start
  - 2 Cumulative access cycle number is predicted from the predicted disk access cycle number for the various rolled materials at the various positions according to the transport schedule
  - 3 Access cycle number  $N_{EH}$  for the head is derived during disk access
  - 4 Tolerance value  $N_{OH}$  of the disk head access cycle number is extracted from the table (a constant)
  - 5 Actual disk head access number  $N_{MH}$  is derived from the actual disk access cycle number
  - 6 Disk change time is derived, displayed and reported
  - 7 Disk change is not performed
  - 8 End

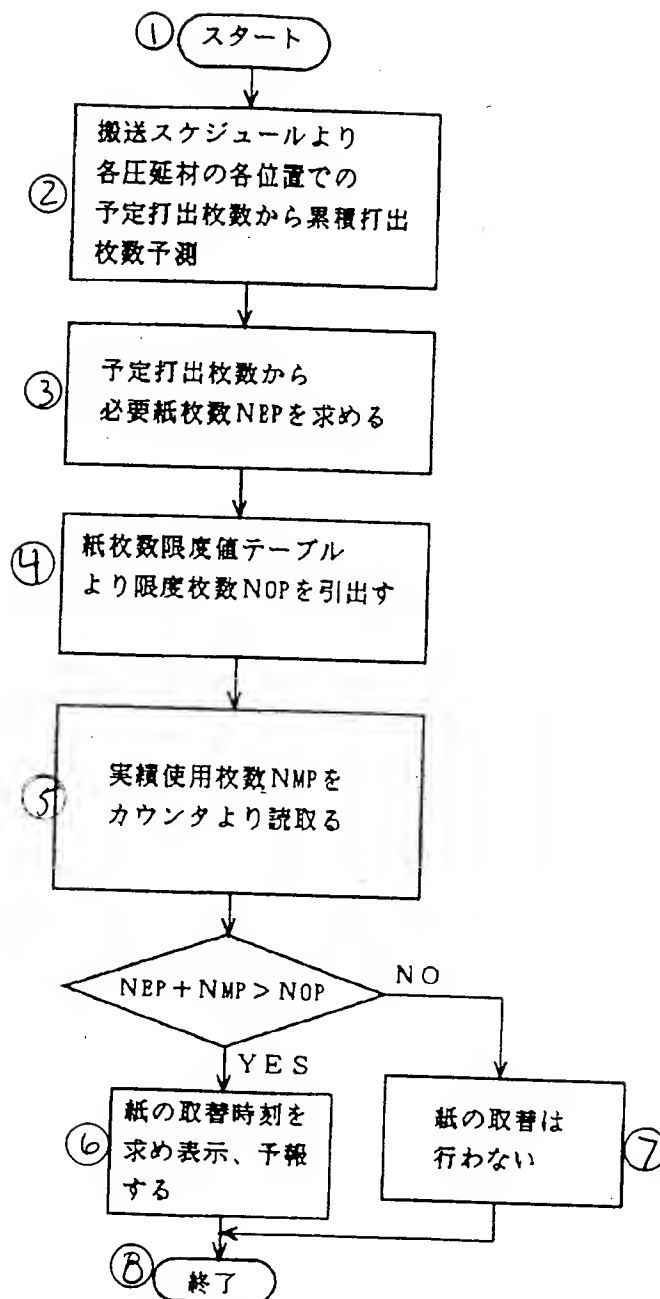


Figure 11

- Key:
- 1 Start
  - 2 Cumulative printed sheet number is predicted from the predicted printed sheet number for the various rolled materials at the various positions according to the transport schedule
  - 3 Necessary paper sheet number  $N_{EP}$  is derived from the predicted printed sheet number
  - 4 Limit number  $N_{OP}$  is extracted from the table of paper sheet limit values
  - 5 Actual number of sheets used  $N_{MP}$  is read by a counter

- 6 Replacement time for paper sheets is derived, displayed and reported  
 7 Paper sheet replacement is not performed  
 8 End

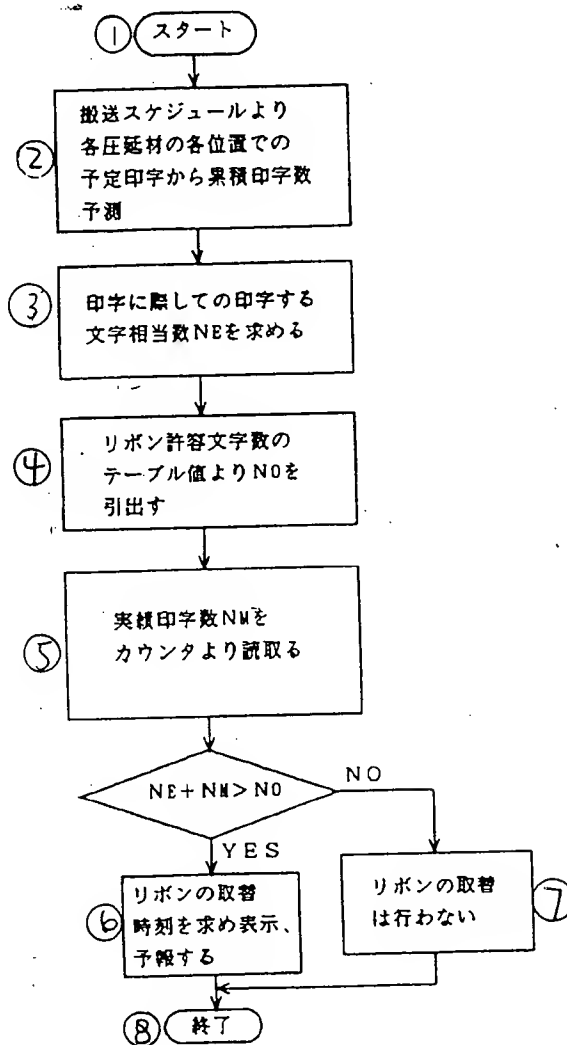


Figure 12

- Key: 1 Start  
 2 Cumulative printed character number is predicted from the predicted printed character number for the various rolled materials at the various positions according to the transport schedule  
 3 Number  $N_E$  corresponding to the printed characters during printing operation is derived  
 4 Number  $N_O$  is extracted from the table of tolerance character number for the ribbon  
 5 Actual printed character number  $N_M$  is read by a counter  
 6 Change time for ribbon is derived, displayed and reported

- 7 Ribbon change is not performed  
8 End

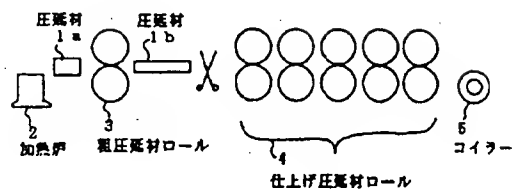


Figure 13

- Key: 1a, 1b Material to be rolled  
2 Heating oven  
3 Primary rolling roll  
4 Finish rolling roll  
5 Coiler

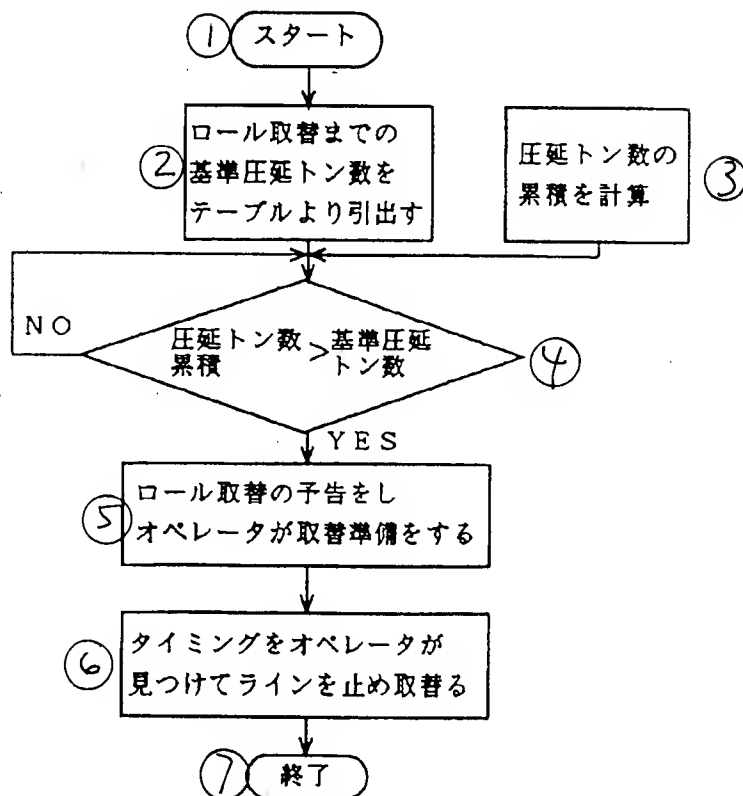


Figure 14

- Key: 1 Start  
2 Standard rolling amount in tons until change of the roll is extracted from the table  
3 Cumulative rolling amount in tons is calculated



- 4 Cumulative rolling amount in tons > standard rolling amount in tons
- 5 Prediction of roll change is made, and the operator prepares for change
- 6 The operator watches the timing, shuts down the line, and makes the change
- 7 End

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-34535

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|---------------|--------|
| G 0 5 B 23/02             |      | 0360-3H | G 0 5 B 23/02 | R      |
| // G 0 6 F 17/60          |      |         | G 0 6 F 15/21 | R      |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-177827

(22) 出願日 平成7年(1995)7月13日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 倉本 了

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

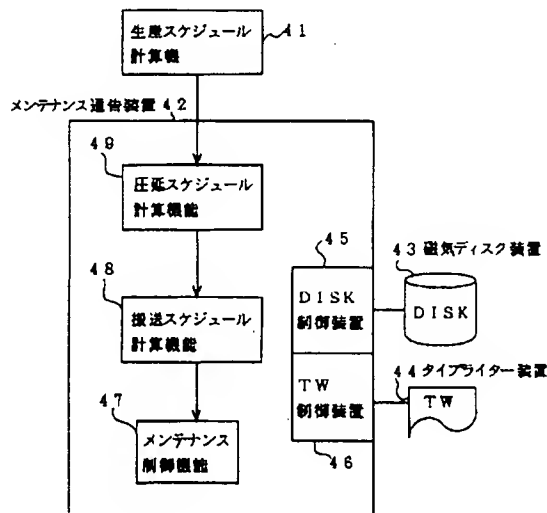
(74) 代理人 弁理士 大岩 増雄

(54) 【発明の名称】 メンテナンス通告方式

(57) 【要約】

【課題】 圧延ライン上のどのロール、どの機械等がメンテナンスの対象とな理、その時刻は何時かをより正確に予測する。

【解決手段】 鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて、上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械、付属装置、または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を予報するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを上記連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて、上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械、付属装置、または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を予報するようにしたことを特徴とするメンテナンス通告方式。

【請求項2】 各機械の累積稼働値は、搬送スケジュールにおいてその機械部分を通して圧延材の通過長を合計して得られる長さであることを特徴とする請求項1記載のメンテナンス通告方式。

【請求項3】 鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを上記連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を得、この時刻近傍の間ピッチを演算により求め、一方、メンテナンスの対象となる機械、付属装置、または消耗品のメンテナンス時間をテーブルより引き出し、このメンテナンス時間と上記間ピッチとを比較して、ライン稼働中の間ピッチ中にメンテナンスを行うかどうか、の判断をするようにしたことを特徴とするメンテナンス通告方式。

【請求項4】 メンテナンスの対象となる機械、付属装置、または消耗品は、メンテナンス時刻が近接する少なくとも2つの機械、付属装置、または消耗品であることを特徴とする請求項3記載のメンテナンス通告方式。

【請求項5】 鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを上記連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械、各付属装置、または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を得、この時刻近傍における製造ラインの休止予定時刻と元々のメンテナンス時刻とを比較し、上記休止期間中にメンテナンスの対象となる機械、付属装置、または消耗品のメンテナンスを行うかどうかの判断をするようにしたことを特徴とするメンテナンス通告方式。

【請求項6】 鉄鋼プラント連続製造ラインの付属装置が磁気ディスク装置である場合、その累積稼働値は、前回の取り替え時から予測開始までのディスクヘッドのアクセス回数と、搬送スケジュールに基づいた予測開始時点からの予測アクセス回数との和であることを特徴とする請求項1記載のメンテナンス通告方式。

【請求項7】 鉄鋼プラント連続製造ラインの消耗品がタイプライター用紙である場合、その累積稼働値は、前

回の取り替え時から予測開始までの使用枚数と、搬送スケジュールに基づいた予測開始時点からの予測必要紙枚数との和であることを特徴とする請求項1記載のメンテナンス通告方式。

【請求項8】 鉄鋼プラント連続製造ラインの消耗品がタイプライターリボンである場合、その累積稼働値は、前回の取り替え時から予測開始までの印字数と、搬送スケジュールに基づいた予測開始時点からの予測印文字数との和であることを特徴とする請求項1記載のメンテナンス通告方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、鉄鋼プラントの連続製造ラインにおけるメンテナンスのタイミングを最適にするためのメンテナンス通告方式に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、連続製造ライン、例えば鉄鋼熱延ラインを示す図13において、被加工材である圧延材1aまたは1bは、加熱炉2から抽出され、粗圧延材ロール3、仕上げ圧延材ロール4によって圧延加工され、コイラー5に巻き取られ製品になる。この過程で、例えば粗圧延材ロール3、仕上げ圧延材ロール4は時間の経過にともないロール摩耗を生じ、製品の品質に影響を及ぼす。そのため、ある基準を決めて、それ以上の圧延量になるとロールの入れ替えを行う。それは生産量何トンという作業基準で、圧延本数を目処として決めている。

【0003】即ち、図14のフローチャートに示すように、ロール取り替えまでの基準圧延トン数をテーブルより取り出し、一方圧延トン数の累積を計算し、両者を比較し、圧延トン数の累積が基準圧延トン数を越えたときロール取り替えの予告をし、オペレータが取り替えの準備をし、適当なタイミングでオペレータがラインを止め、取り替えを行うものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の、ロール取り替えを予定する時刻は、累積圧延トン数予定と基準値から判断され、大体の取り替え予定時刻からオペレータの判断により取り替えを行っているため、判断を誤れば機械の損傷、製品の品質低下を招いたり、不必要な取り替えを行うことになる。

【0005】この発明は、生産スケジュールに基づき、圧延スケジュールを求めることによって、搬送スケジュールを求め、各ロールの累積圧延長を計算し、取り替え基準圧延長との比較を行い、圧延ライン上のどのロール、どの機械が取り替えの対象となるかを正確に予測することにより、上記問題点を解消しようとするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この発明に係るメンテナ

ンス通告方式は、鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを上記連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて、上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械、付属装置、または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を予報するようにしたものである。

【0007】また、上記構成において、各機械の累積稼働値は、搬送スケジュールにおいてその機械部分を通しての圧延材の通過長を合計して得られる長さとしている。

【0008】また、鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを上記連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を得、この時刻近傍の間ピッチを演算により求め、一方、メンテナンスの対象となる機械、付属装置、または消耗品のメンテナンス時間をテーブルより引き出し、このメンテナンス時間と上記間ピッチとを比較して、ライン稼働中の間ピッチ中にメンテナンスを行うかどうか、の判断をするようにしている。

【0009】また、上記構成において、メンテナンスの対象となる機械、付属装置、または消耗品は、メンテナンス時刻が近接する少なくとも2つの機械、付属装置、または消耗品としている。

【0010】また、鉄鋼プラント連続製造ラインの搬送スケジュールを上記連続製造ラインの生産スケジュールから求め、上記搬送スケジュールに基づいて上記製造ラインを構成する各機械、各付属装置、または各消耗品の累積稼働値を演算により予測し、この予測値と基準値とを比較することにより各機械、各付属装置、または各消耗品のメンテナンス（取り替えも含む）時刻を得、この時刻近傍における製造ラインの休止予定時刻と元々のメンテナンス時刻とを比較し、上記休止期間中にメンテナンスの対象となる機械、付属装置、または消耗品のメンテナンスを行うかどうかの判断をするようにしている。

【0011】また、鉄鋼プラント連続製造ラインの付属装置が磁気ディスク装置である場合、その累積稼働値は、前回の取り替え時から予測開始までのディスクヘッドのアクセス回数と、搬送スケジュールに基づいた予測開始時点からの予測アクセス回数との和を用いる。

【0012】また、鉄鋼プラント連続製造ラインの消耗品がタイプライター用紙である場合、その累積稼働値は、前回の取り替え時から予測開始までの使用枚数と、搬送スケジュールに基づいた予測開始時点からの予測必要紙枚数との和を用いる。

【0013】また、鉄鋼プラント連続製造ラインの消耗品がタイプライターリボンである場合、その累積稼働値は、前回の取り替え時から予測開始までの印字数と、搬送スケジュールに基づいた予測開始時点からの予測印文字数との和を用いる。

【0014】

【作用】この発明におけるメンテナンス通告方式は、生産スケジュールより搬送スケジュールを作成し、各ロール、機械等による圧延材の通過量累積を計算し、予め決められた累積基準値と比較することによって、正確にロール、機械等のメンテナンス時刻を予測する。また、メンテナンスをより効率よく行うため、オンラインによるメンテナンスが可能かどうか、またメンテナンス時刻の近接した機械等の同時処理ができるかどうかの判断を行う。

【0015】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 以下この発明の実施例1を図について説明する。図1において、41は生産スケジュールを作る計算機、42はメンテナンス通告装置で、これは圧延スケジュール計算機能49、搬送スケジュール計算機能48、メンテナンス制御機能47を有する。43はメンテナンス通告装置42が使用するデータを蓄える磁気ディスク装置、44はメンテナンス通告装置42の出力データを記録するタイプライター装置、45は上記磁気ディスク装置43を制御するディスク制御装置、46は上記タイプライター装置44を制御するタイプライター制御装置である。

【0016】次に、その動作を図2に示すフローチャートにより説明する。生産スケジュール計算機41により求められた生産スケジュールに基づき、メンテナンス通告装置42の圧延スケジュール計算機能49により圧延スケジュールを求め、これより得られた、サイズ、速度に関するデータより図3に示す搬送スケジュールをN本分作成する。図3は、各圧延材毎に、加熱炉FCEからダウンコイラーDC巻き取りまでの搬送スケジュールを示すものである。この搬送スケジュールの時間を追って、先端と尾端の移動時間を予測する。図3から明らかに、将来N本後の圧延材の圧延まで移動時間を予測した場合、Rスタンドロールの圧延長 $S_{LR}$ は、 $S_{LR} = l_{t01} + l_{t02} + \dots + l_{tn3}$ となる。この値と、予め決められた基準値 $S_{LR0}$ とを比較し、基準値を超えるとそのロールを取り替え対象と判断して、この長さを通して時刻を取り替え時刻として予報する。同時にこのときの対象圧延材が何番目の材料かを予報する。

【0017】例えば、図3の中の $l_{t01}$ は粗圧延機Rロールが1本目の圧延材に対して行った圧延長となる。これを圧延材1本毎に加算し、基準圧延長 $S_{LR0}$ と比較して行く。基準圧延長を超えなければ次の圧延材の圧延長を計算する。以下これを続けて、加算値が基準圧延長S

LEOを超える場合には、その圧延材の通過する時刻を取り替え時刻として予報する。またその圧延材が何本目かを予報する。これらの制御はメンテナンス制御機能47で行われる。圧延機、ロール等の取り替えが決まれば、製造ラインを停止して取り替えが行われる。

【0018】実施の形態2。実施例1では、圧延機、ロール等の取り替えは、製造ラインを停止して行っているが、実施例2では製造ラインを停止することなく取り替えを行う例を説明する。いま、図4に示すN+1本の圧延材の圧延スケジュールにおいて、N本目で、ある機械が取り替え必要となった場合、取り替え時刻P分前に、取り替え機械（例えばRスタンドロール）位置での間ピッチでGAPを演算により求める。また同時に、取り替え対象機械の取り替え時間 $\tau_c$ が予め決まっているような機械の場合には、この $\tau_c$ を図6のメンテナンステーブル値より引き出し、これと $\tau_{GAP}$ とを比較し、 $\tau_c < \tau_{GAP}$ が成立すれば間ピッチ中に取り替えるいわゆるオンライン取り替え可能と判断し、オンライン取り替えを行う。なお、そのフローチャートを図5に示す。

【0019】実施の形態3。実施例1に示した以外に多数の機械の取り替えの必要性が発生した場合、同時に取り替えができるかどうかを判断し、同時に取り替えができるものは同時に取り替えを行うことにより取り替えを効率よく行う。まず、図7（イ）に示すように、各機械の取り替え時刻 $t_{c1}$ 、 $t_{c2}$ 、 $\dots$ 、 $t_{cN}$ を算出し、これを、図7（ロ）のように現時点に近い順に並べ、その時刻を $t_{c1}$ 、 $t_{c2}$ 、 $\dots$ 、 $t_{cN}$ とする。そして、それぞれ隣合う時刻の差 $\Delta t_{c1} = t_{c2} - t_{c1}$ 、 $\Delta t_{c2} = t_{c3} - t_{c2}$ 、 $\dots$ を求める。そして、この $\Delta t_{ci}$ が小さければ、その両機械の取り替えを同時に行う。例えば図7（ロ）において、 $\Delta t_{c5}$ が小さければ、 $t_{c6} - t_{c5}$ が小さいということで、機械M<sub>5</sub>と機械M<sub>6</sub>とをオンライン中に同時に取り替える。順次 $\Delta t_{c4}$ 、 $\Delta t_{c3}$ 、 $\Delta t_{c2}$ 、 $\Delta t_{c1}$ まで値を調べて、同時に取り替え可能かどうかの判断をする。そのフローチャートを図8に示している。

【0020】実施の形態4。実施例1乃至実施例3は、搬送の予測より機械の取り替え時刻の予測をするものであるが、前もって製造ラインの休止時刻が分かっている場合、図9のフローチャートを追加するだけで、機械の取り替えを製造ライン休止時間内に行うかどうかの制御ができる。休止予定時刻を $T_x \sim T_y$ 間とし、予定休止時刻以前に抽出する最後の圧延材の抽出時刻 $T_z$ を見つける。これから、 $T_z$ の次に抽出される圧延材の抽出ピッチ $\Delta T_{z+1}$ を計算する。 $T_y - T_x$ と $\Delta T_{z+1}$ とを比較し、 $T_y - T_x > \Delta T_{z+1}$ ならば休止予定時間を使って取り替えを行い、そうでなければ予定の取り替え時刻に製造ラインを停止して取り替える。本実施例によれば、製造ラインを停止してメンテナンスを行う回数を減らすことができる。

【0021】実施の形態5。実施例1乃至実施例4はメ

ンテナンスの対象が製造ライン上の機械であるが、図1におけるメンテナンス通告装置の付属装置であるディスク装置43についてもメンテナンスの対象とすることができる。図10はその動作を説明するフローチャートである。まず、搬送スケジュールに基づいて各圧延材の各位置での予定ディスクアクセス回数より累積アクセス回数を予測する。次に、予測開始時点からのヘッドのアクセス回数 $N_{EH}$ を演算により予測する。次に、ディスクヘッドのアクセス回数許容値 $N_{OH}$ をテーブル値より引き出す。次に、ヘッド取り替え時点よりメンテナンス制御機能開始時点までに実際にヘッドがディスクにアクセスした実績アクセス回数 $N_{MH}$ （ $N_{MH} = 0$ の場合も有り得る）を求める。ここで $N_{EH} + N_{MH} > N_{OH}$ のときはディスク装置の取り替え時刻を求め、表示、予報を行い、上記式が成り立たないときはディスク装置の取り替えは行わない。

【0022】実施の形態6。また同様に、タイプライター装置44の用紙取り替え時刻の予測を図11のフローチャートを追加することにより行うことができる。まず、搬送スケジュールに基づいて各圧延材の各位置での用紙の予定打ち出し枚数から累積累積打ち出し枚数を予測する。次に、予測打ち出し枚数から必要紙枚数 $N_{EP}$ を演算により予測する。次に、紙枚数限度値テーブルより限度枚数 $N_{OP}$ を引き出す。次に、用紙取り替え時点よりメンテナンス制御機能開始時点までに実際に使用した実績枚数 $N_{MP}$ をカウンタより読み取る。ここで $N_{EP} + N_{MP} > N_{OP}$ のときは紙の取り替え時刻を求め、表示、予報を行い、上記式が成り立たないときは紙の取り替えは行わない。

【0023】実施の形態7。また同様に、タイプライター装置44のリボン取り替え時刻の予測を図12のフローチャートを追加することにより行うことができる。まず、搬送スケジュールに基づいて各圧延材の各位置での予定印字より累積印字数を予測する。次に、印字に際して印字する文字相当数 $N_E$ を演算により予測する。次に、リボン許容文字数のテーブル値より限度印字文字数 $N_O$ を引き出す。次に、リボン取り替え時点よりメンテナンス制御機能開始時点までに実際に印字した実績印字数 $N_M$ をカウンタより読み取る。ここで $N_E + N_M > N_O$ のときはリボンの取り替え時刻を求め、表示、予報を行い、上記式が成り立たないときはリボンの取り替えは行わない。

【0024】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、製造ラインの搬送スケジュールから累積稼働値を求め、どの機械等がメンテナンスの対象で、メンテナンスの必要な時刻は何時かを予測するものであり、より正確な予測が可能である。

【0025】また、オンラインでのメンテナンスが可能かどうか、また必要に応じて複数の機械等を一時にメ

7

メンテナンス可能かどうかの判断をすることにより、より効率的なメンテナンスが可能である。

【0026】また、製造ラインの付属装置、消耗品等のメンテナンスにおいて、実績値と予測値とをもって累積稼働値とし、これに基づいてメンテナンス時刻を予測するため、より正確なメンテナンス時刻が予報できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1に係るメンテナンス通告方式を示すブロック図である。

【図2】 実施例1の動作を説明するフローチャートである。

【図3】 実施例1の動作を説明するための搬送スケジュールを示す図である。

【図4】 実施例2の動作を説明するための搬送スケジュールを示す図である。

【図5】 実施例2の動作を説明するためのフローチャートである。

【図6】 メンテナンステーブルの一例を示す図である。

【図7】 実施例3の動作を説明するためのメンテナンス予定時刻を示す図である。

8

【図8】 実施例3の動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】 実施例4の動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】 実施例5の動作を説明するためのフローチャートである。

【図11】 実施例6の動作を説明するためのフローチャートである。

【図12】 実施例7の動作を説明するためのフローチャートである。

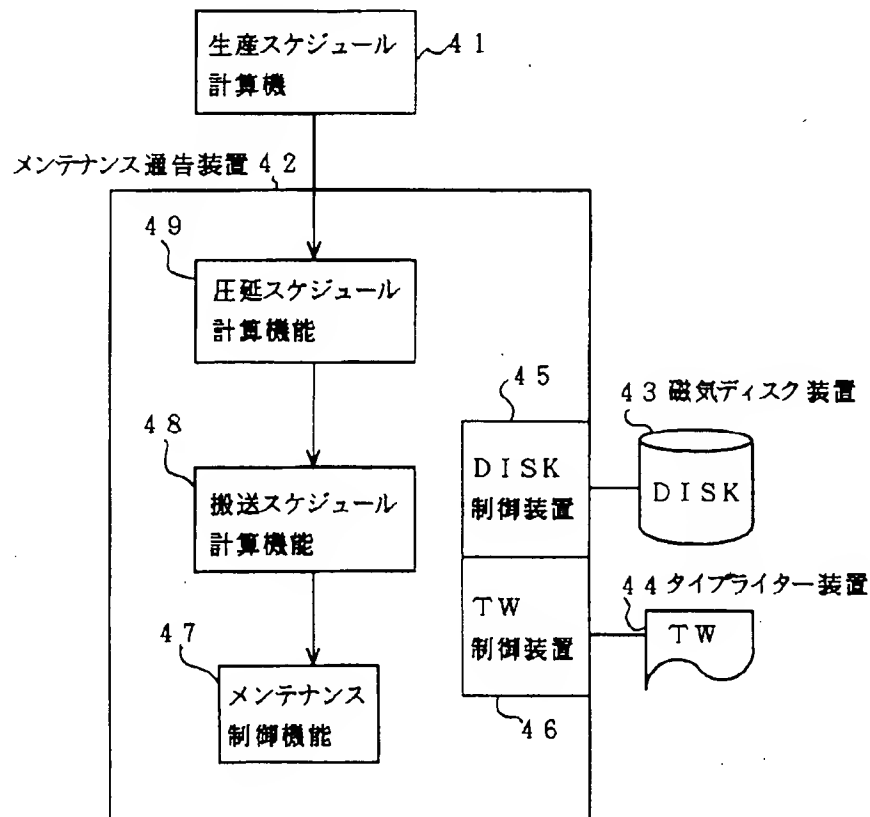
【図13】 熱間圧延ラインを示す略線図である。

【図14】 従来のメンテナンス通告方式の動作を説明するフローチャートである。

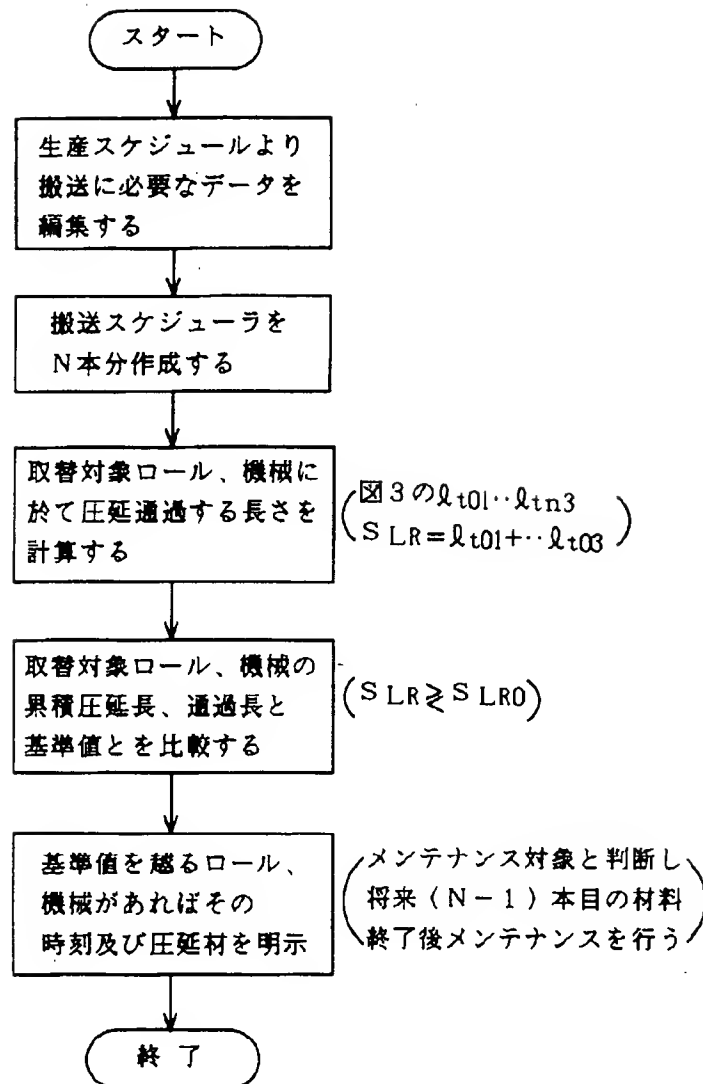
【符号の説明】

1a、1b 圧延材、2 加熱炉、3 粗圧延材ロール、4 仕上げ圧延材ロール、5 コイラー、41 生産スケジュール計算機、42 メンテナンス通告装置、43 磁気ディスク装置、44 タイプライター装置、45 磁気ディスク制御装置、46 タイプライター制御装置、47 メンテナンス制御機能、48 搬送スケジュール計算機能、49 圧延スケジュール計算機能。

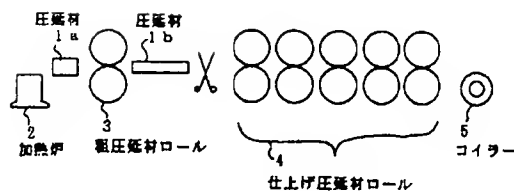
【図1】



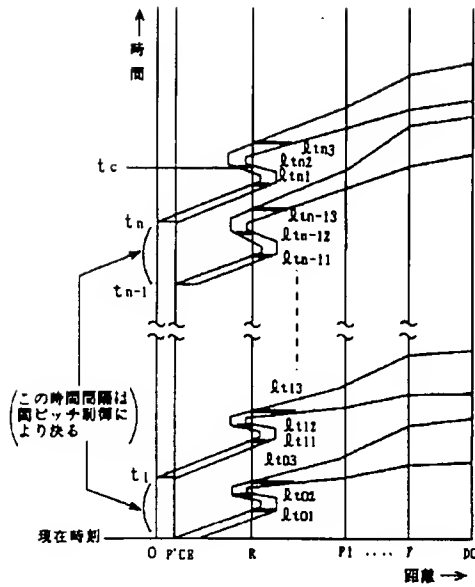
【図2】



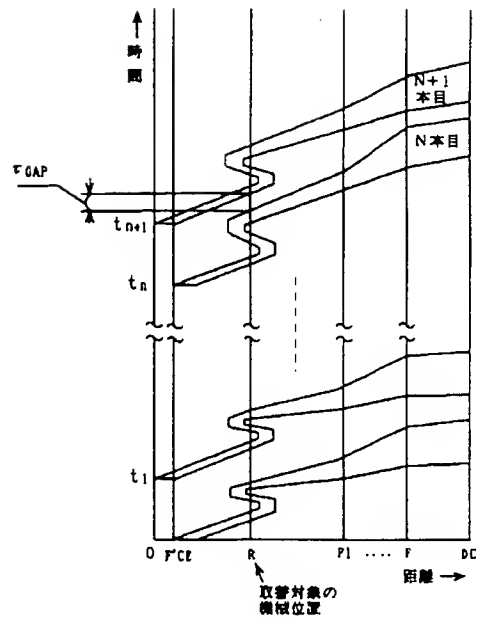
【図13】



【図3】



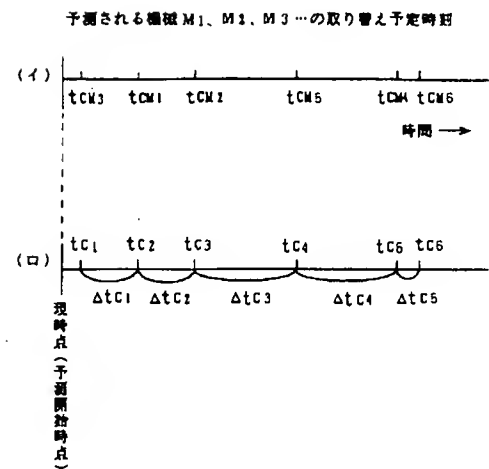
【図4】



【図6】

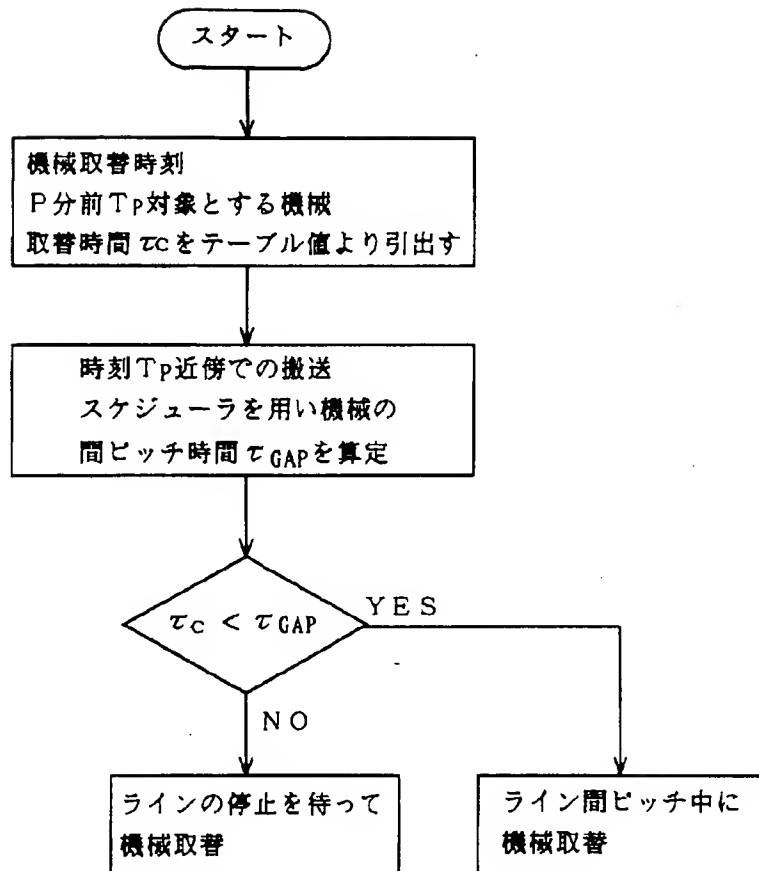
| No. | メンテナンス対象<br>機械 | メンテナンスまでの<br>使用量(基準延長) | 取替に要する<br>時間  |
|-----|----------------|------------------------|---------------|
| 1   | R 1            | SLR10                  | $\varphi CR1$ |
| 2   | R 2            | SLR20                  | $\varphi CR2$ |
|     | ⋮              | ⋮                      | ⋮             |
|     | ⋮              | ⋮                      | ⋮             |
|     | ⋮              | ⋮                      | ⋮             |
| n-1 | DC 1           | SLDC10                 | $\varphi DC1$ |
| n   | ⋮              | ⋮                      | ⋮             |

【図7】

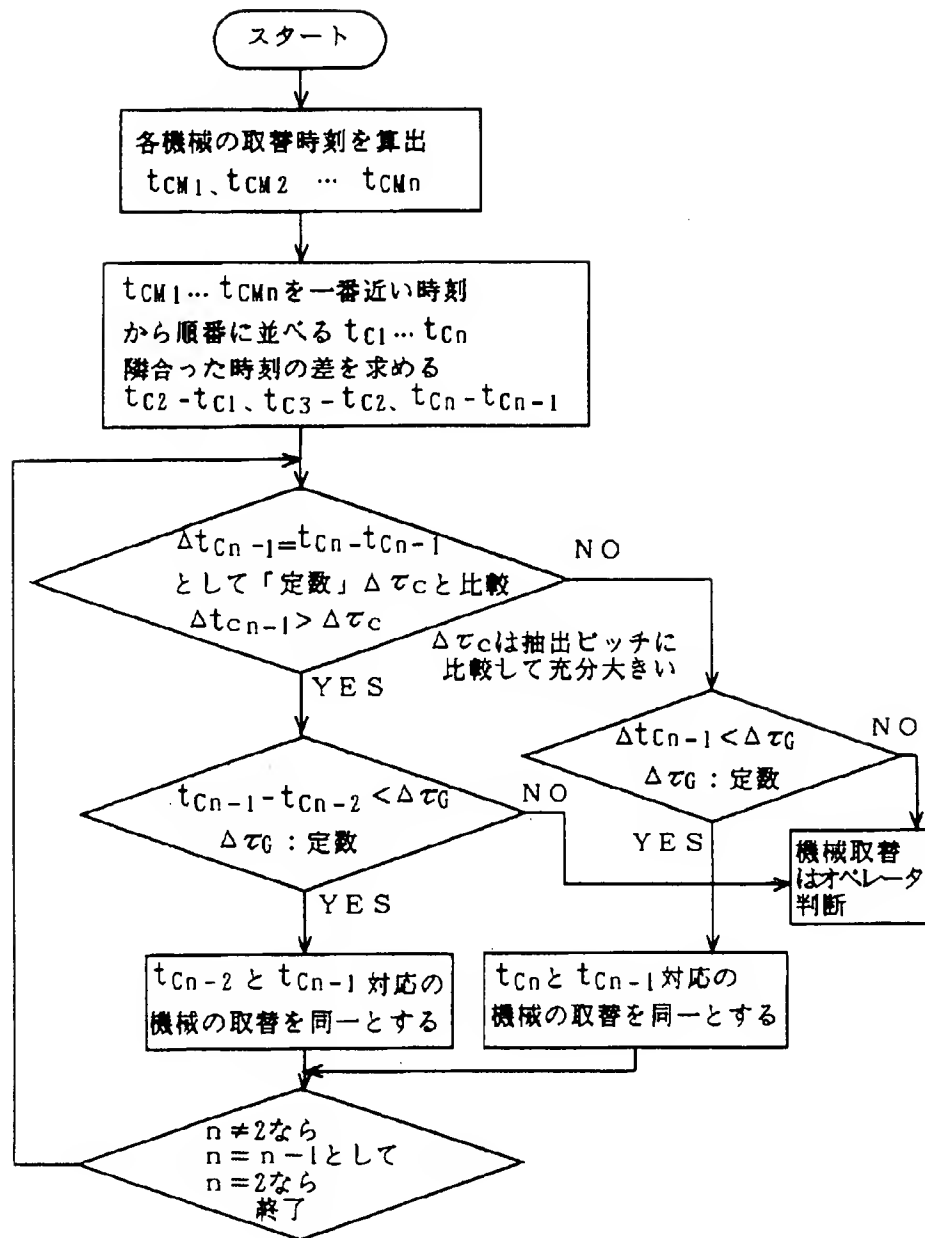




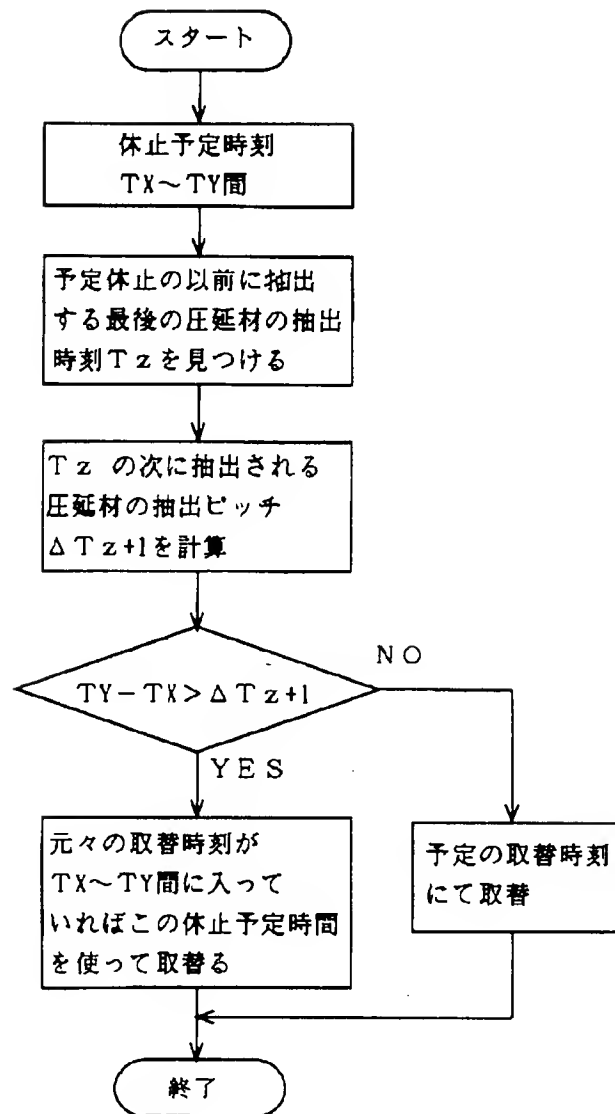
【図5】



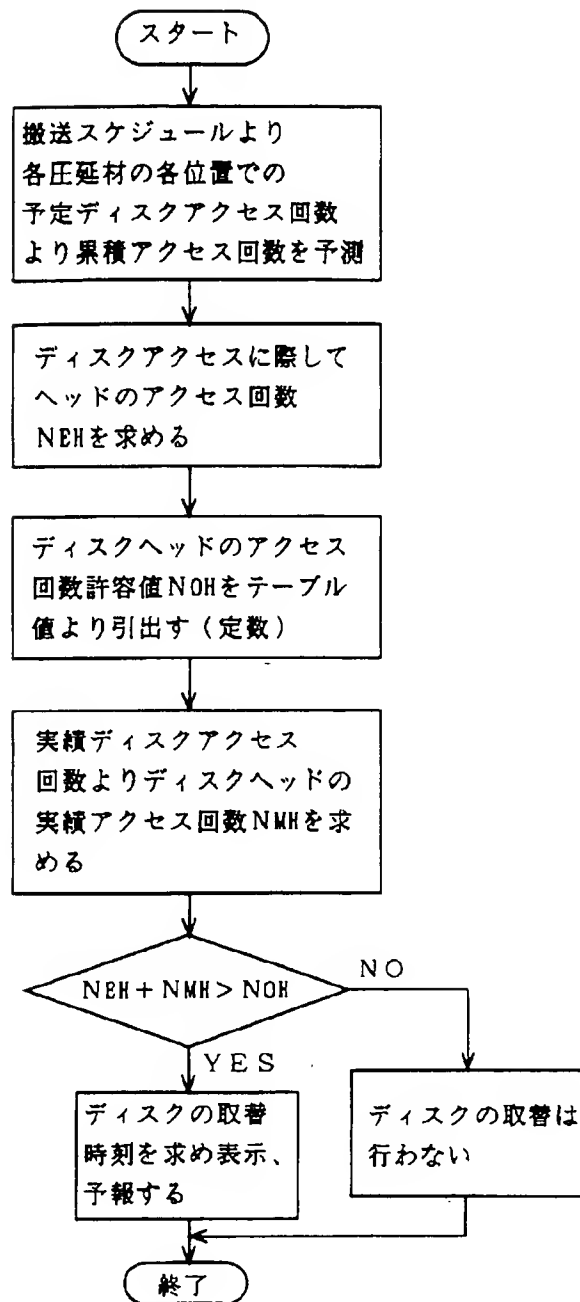
【図8】



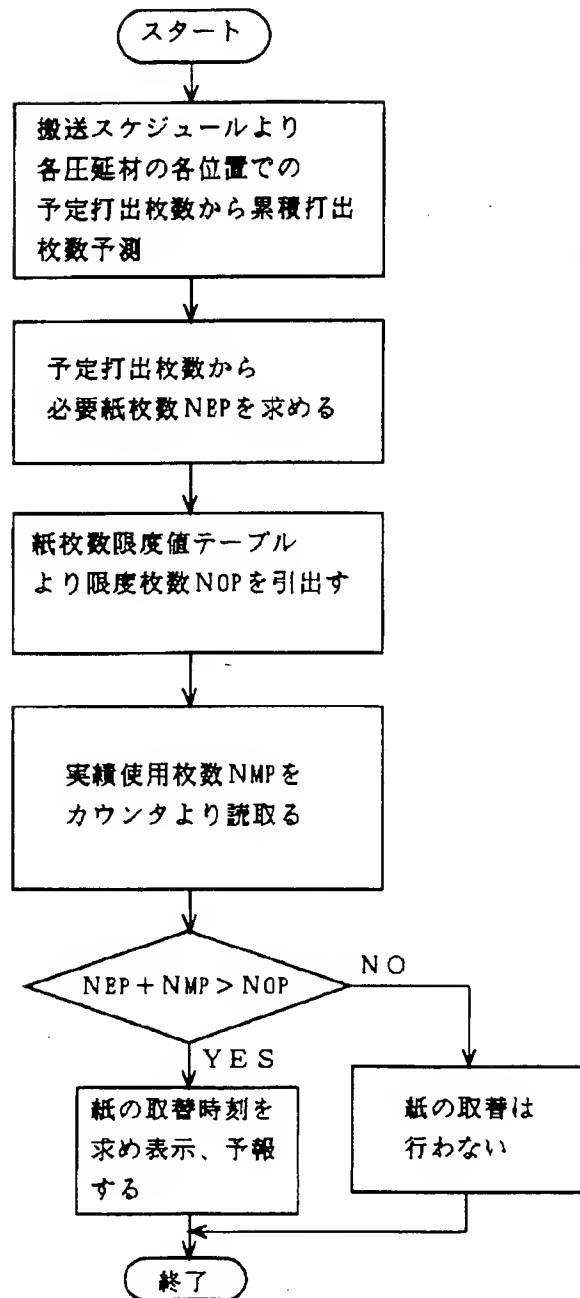
【図9】



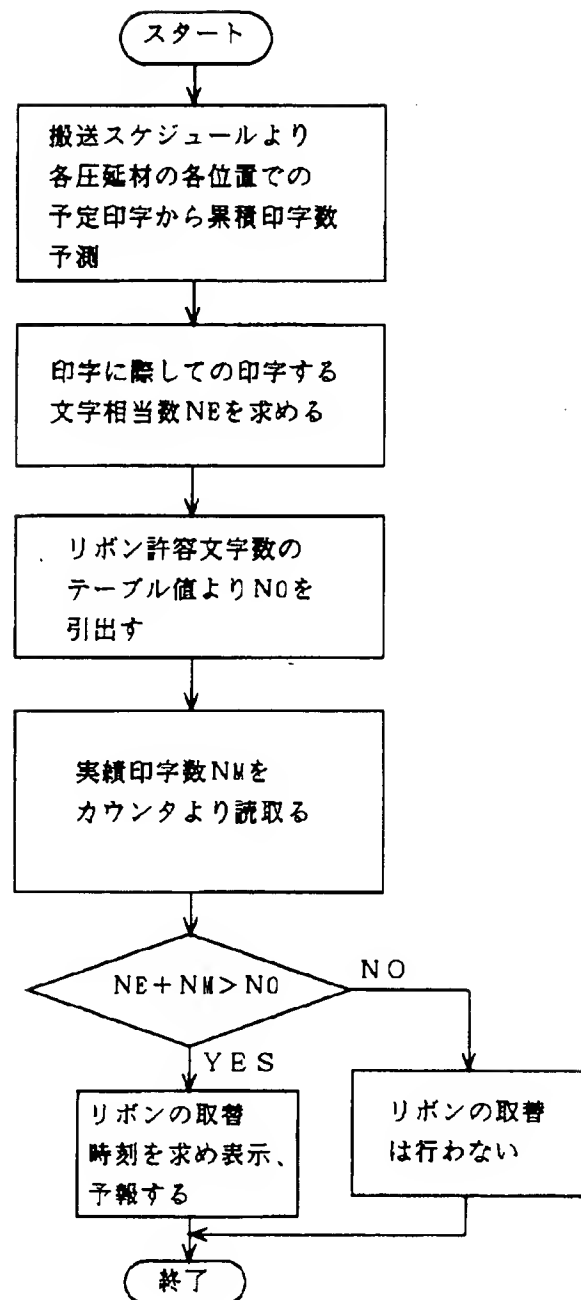
【図10】



【図11】



【図12】



【図14】

